

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

3/Priority Paper
2, step 2
4/20/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2000年 8月29日

出願番号
Application Number: 特願2000-259478

出願人
Applicant(s): 株式会社日立製作所

Jc857 U.S. PRO
09/935185
08/22/01

2001年 1月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2001-3001027

【書類名】 特許願
【整理番号】 J4929
【提出日】 平成12年 8月29日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 21/027
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字市毛 882番地
株式会社 日立製作所 計測器グループ内
【氏名】 安藤 公明
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字市毛 882番地
株式会社 日立製作所 計測器グループ内
【氏名】 依田 晴夫
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字市毛 882番地
株式会社 日立製作所 計測器グループ内
【氏名】 富吉 力生
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字市毛 882番地
株式会社 日立製作所 計測器グループ内
【氏名】 川野 雅道
【特許出願人】
【識別番号】 000005108
【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所
【代理人】
【識別番号】 100074631
【弁理士】
【氏名又は名称】 高田 幸彦
【電話番号】 0294-24-4406

【選任した代理人】

【識別番号】 100083389

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹ノ内 勝

【電話番号】 0294-24-4406

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 033123

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子ビーム描画装置および描画方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のアーチャを用いて形成された電子ビームを試料面上に照射して、所望のパターンを描画する電子ビーム描画装置において、四辺形の相対向する二辺が平行でコーナーが直角である四角形の第1のアーチャと、相対向する二辺が並行な平行四辺形の第2のアーチャと、前記第2のアーチャを通過した電子ビームの偏向手段とを具備し、試料面上に所望のパターンを描画することを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 2】

前記請求項1において、前記平行四辺形形状の第2のアーチャは斜め方向の幅が $1 \mu m$ 以下であり、長さ方向は前記第1のアーチャとの関係で大きさを可変可能に構成されていることを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 3】

前記請求項1において、描画形状の斜辺部分をアーチャ形状に合わせたあらかじめ定められた幅で切り出すための斜辺部輪郭分解手段を設け、切り出された斜辺部分を前記平行四辺形のアーチャを用いて描画することを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 4】

前記請求項3において、斜辺部輪郭分解手段によって切り出された図形に対して平行四辺形、三角图形および四角形にそれぞれコードを付加し、前記图形コードに対応したアーチャ番号発生手段を設け、斜辺部分は可変平行四辺形のアーチャを、斜辺の内側部分は三角形アーチャーと四角形アーチャを用いて描画することを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 5】

複数のアーチャを用いて形成された電子ビームを試料面上に照射して、所望のパターンを描画する電子ビーム描画方法において、四辺形の相対向する二辺が平行でコーナーが直角である四角形の第1のアーチャにより光ビームを形成し

、次いで相対向する二辺が並行な平行四辺形の第2のアパー00000000000000チャにより光ビームを形成し、前記第2のアパーチャを通過した電子ビーム描画形状に応じて偏向し、試料面上に所望のパターンを描画することを特徴とする電子ビーム描画方法。

【請求項6】

前記請求項5において、斜辺部輪郭部分解し、分解により切り出された図形に対して平行四辺形、三角図形および四角形にそれぞれコードを付加し、前記図形コードに対応したアパーチャ番号を付し、斜辺部分は可変平行四辺形のアパーチャを、斜辺の内側部分は三角形アパーチャーと四角形アパーチャを選択して描画することを特徴とする電子ビーム描画方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビームを用いて微細なパターンを描画する電子ビーム描画装置および描画方法に係り、特に斜め図形における斜辺の描画精度向上に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から電子ビーム描画装置は、描画するためのLSIパターンを描画パターンメモリに格納し、図形分解回路などによって描画可能な微細な矩形パターンに分解して、複数のアパーチャで形成された電子ビームをウエハ上に照射してパターンを描画している。

【0003】

図12は従来の矩形アパーチャによる描画方法を示した図である。電子ビーム101は、矩形開口102を有する第1のアパーチャを通り、第2の矩形開口106を有する第2のアパーチャ104との切り合い（お互いの開口を通過したビーム）によって、矩形ビーム110を成形する。第1のアパーチャを通過したビームは、偏向器120によって偏向され第2のアパーチャ上を通過するビームを制限することで可変矩形ビームを生成する。

【0004】

図13は、従来の矩形ビーム方式による微細パターン、特に斜辺图形の精度劣化について説明した図である。従来は、図13の(a)に示すように、三角图形701を描画する場合、可変の長方形702を用いて描画していた。近年描画パターンの微細化が進み、長方形702の高さ方向の大きさが大きいため、斜辺部分703が階段状になり、エッジラフネスが生じ、描画精度を劣化させてしまうという問題があった。図13の(c)に示すように、細い長方形のビーム713は、アーチャ711とアーチャ712の切りあいによって生成している。パターンの微細化が進むにしたがって、第1アーチャ711と第2アーチャ712との位置関係は高精度に調整する必要があり、調整で合わせ込むことは非常に難しくなってきている。図13の(d)に示すように、どちらかのアーチャが微小に回転、例えばアーチャ712が反時計方向に回転している場合においては、成形された長方形ビームは、714に示すようにくさび状になり、図13の(e)に示すように斜辺部分に精度不良を生じる原因となっていた。

【0005】

電子ビームで矩形（可変形状矩形）を形成する方法として、図12に示すように上段アーチャーを通過した矩形ビームをW（幅）／H（高さ）の偏向器で偏向し、矩形ビームの一部が下段のアーチャを通過するように制御して、矩形を形成する方法がある。

【0006】

三角形や台形などの斜め部分や斜め配線パターンなどの描画については、図13の(a)、(b)に示すように上記矩形ビームを用い、細かい（細長い）ビームを形成し描画している。また、三角形のアーチャを用いて、三角形をつなぎ合わせて描画する方法もある。

【0007】

また、特開平11-238660号公報に記載のように、複雑な複数のアーチャを用意して、三角图形や斜めを含む複雑な图形を描画する方法もある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

斜め图形を描画する第1の方法、すなわち前記従来技術で述べたように細長い

矩形（長方形）を用いる方法である。この方法によると例えば、図13（a）、（b）に示すように、長方形の高さを大きくすると斜め図形のエッジ部分が階段状になてしまう問題があった。また、長方形の高さを同図（c）のように小さくする方法があるが、第1のアーチャと第2のアーチャが偏向軸に対して回転変位している場合に、図13（d）示すように矩形が台形に近い形になってしまい、これをもって描画すると図13の（e）に示したように描画精度を劣化させたり、高さが小さすぎる場合には電子ビームが解像しない、などの問題があった。さらに、極めて薄い（高さが小さい）長方形ビームによって描画すると、図形枚数が増加し、スループットが低下するという問題もあった。

【0009】

斜め図形を描画する第2の方法には、前記従来技術の三角アーチャを用いる方法がある。これによると、三角形のアーチャを用いて描画するので、上記第1の方法に比べて図形数はそれほど大きくならないが、45度のコーナ部分に図形の接続点となるため、微細なパターンでは各図形の接続部分がオーバ露光になったり、アンダー露光になるなどの不良が発生するという問題があった。

【0010】

また上記の先行技術、特開平11-238660号公報に記載されているような描画方法では、特殊な用途の斜め図形を描画する場合に有効ではあるが、一般的な斜め図形描画への適用は困難である。しかし、従来の描画装置では、斜め部分のエッジラフネスが発生したり、三角の接続不良などによって斜め部分を高精度に描画することが困難であった。

【0011】

本発明の目的は、これらの課題を解決するために、微細なパターンルールにおいてスループットを低下させることなく、斜め図形を高精度に描画できる電子ビーム描画装置および描画方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、四辺形であって相対向する二辺が平行でコーナーが直角な矩形からなる第1のアーチャと、四辺形であって相対向する二辺が平

行である平行四辺形の第2のアーチャとを設け、前記第1、第2のアーチャの組み合わせにより大きさを可変できる平行四辺形の電子ビームを形成して描画することに特徴がある。

【0013】

四辺形の相対向する二辺が平行でコーナーが直角である四角形の第1のアーチャと、相対向する二辺が並行な平行四辺形の第2のアーチャと、前記第2のアーチャを通過した電子ビームの偏向手段とを具備し、試料面上に所望のパターンを描画することに特徴がある。

【0014】

また、前記平行四辺形形状の第2のアーチャは斜め方向の幅が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、長さ方向は前記第1のアーチャとの関係で大きさを可変可能に構成されていること。描画形状の斜辺部分をアーチャ形状に合わせたあらかじめ定められた幅で切り出すための斜辺部輪郭分解手段を設け、切り出された斜辺部分を前記平行四辺形のアーチャを用いて描画すること。斜辺部輪郭分解手段によって切り出された図形に対して平行四辺形、三角図形および四角形にそれぞれコードを付加し、前記図形コードに対応したアーチャ番号発生手段を設け、斜辺部分は可変平行四辺形のアーチャを、斜辺の内側部分は三角形アーチャーと四角形アーチャを用いて描画することに特徴がある。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明による平行四辺形アーチャを用いた電子ビーム描画装置におけるビーム形成の一例を示す図である。電子ビーム101は、四角形（相対向する辺が平行で各コーナ角が直角である四角形で矩形を含む）開口2を有する第1アーチャ1を通過したビーム2aは、さらに、X軸に平行な2辺を有する平行四辺形開口4を有する第2アーチャ3を通過し、平行四辺形形状のビーム5を生成する。このように第1、第2のアーチャの組み合わせにより、所望の、この場合は平行四辺形のビームを形成する。

【0016】

図2は、第1アパーチャ1および第2アパーチャ3を上から見た場合の、可変平行四辺形ビームの生成方法を示す図である。前記四角形開口を通過した四角形ビーム2aは、平行四辺形開口4上に偏向器によって偏向照射され、平行四辺形ビーム5を成形する。偏向器によって四角形ビーム2aを矢印21方向に制御することによって、高さ方向hを可変にすることができる平行四辺形ビーム5を形成する。

【0017】

図3について説明する。図3の(a)は、平行四辺形アパーチャを示す図であり、4種類の平行四辺形形状の開口と、四角形(含む矩形)アパーチャとから構成される。平行四辺形開口は、X軸に平行な2辺をもち互いに傾き方向が反対である平行四辺形4および42と、Y軸に平行な2辺をもち互いに傾き方向が反対である平行四辺形41および43とが形成される。また中央部分には、XY軸に平行な四角形(矩形)開口40から構成する場合の例を示している。このように第1アパーチャで形成された四角形(矩形)ビーム2aをそれぞれ図中に示す矢印方向に変化させることによって、平行四辺形ビーム5の可変形成を行なうことができる。

【0018】

図3の(b)は、平行四辺形アパーチャの別の実施例を示す図である。4種類の平行四辺形アパーチャ45、46、47、48、を用いて、図に示すように斜めの台形形状のビームを形成することができる。

【0019】

図4は、可変三角ビームを成形するための三角アパーチャ(第2アパーチャ)とそれによって形成される三角ビームを示す図である。三角アパーチャは、それぞれ傾きの異なる4種類の三角開口401、402、403、404から構成され、偏向器によって、第1アパーチャ像、すなわち第1アパーチャを通過したビーム2aの照射位置を、図中矢印方向に制御することによって、可変三角ビームを形成することができる(図4の中央部は四角ビーム形成)。

【0020】

図5は本発明の制御装置の構成を示す図である。電子ビーム描画装置は、コン

トローラ501によって全体が制御され、描画データは、描画パターンデータ発生回路502に送信され、電子ビーム描画装置本体510（電子ビーム鏡体ともいう）を制御して、ウエハ540を搭載したステージ550は、ステージ制御回路508によってコントロールされる。描画データは、描画パターンデータ発生回路502で、台形を基本型とするパターンデータに変換され、斜辺分解回路503によって、台形の斜辺部分について、一定幅の輪郭部分と、輪郭斜辺を除く内側の図形とに分解される。さらに、内側の図形に斜辺部分を持つ場合には、描画可能な大きさの三角図形と矩形とに分解される。斜辺分解された各図形は、アーチャ番号発生回路504によって、図形の形状毎に図形コード（信号562）が付加されて、アーチャ制御回路505を経由して、アーチャ560を制御して、所望の形状のビームを選択形成する。アーチャ560は、図1から図4に示した第1のアーチャ1、第2のアーチャ3から成る二つのアーチャと第2のアーチャ上の、所定の開口部（2a）に電子ビームを照射するための機構（電子ビーム偏向器）をまとめて表わしたものである。アーチャ560はアーチャ制御回路505で生成されたアーチャ選択信号（電子ビーム偏向信号）561によって、所定の形状（平行四辺形や三角形）の電子ビームを生成しウエハ上に照射する。

【0021】

一方、所定の図形形状をしたビームを位置決めする偏向データ、および電子ビームをオンオフする露光時間制御信号は、描画制御回路506で生成され、偏向制御回路507をとおり、偏向信号531、ビームオンオフ信号521により、それぞれ偏向器530、ブランкиング電極520をコントロールしウエハ上に電子ビームを照射する。

【0022】

図6に、図形形状と図形コードの一例を示す。アーチャ番号発生回路504によって、切り出された平行四辺形や三角形、矩形に対して、図6に示す図形コードを発生し、アーチャの選択を行なう。具体的には、図形コードとして、矩形をA-0とし、4種類の平行四辺形をB-1、B-2、B-3、B-4、4種類の三角形をC-1、C-2、C-3、C-4としている。

【0023】

図7の(a)、(b)に本発明の並行四辺形アーチャを用いた図形描画の一実施例を示す。図7の(a)は、細い平行四辺形70を描画した例であり、高さ方向に寸法が可変となる平行四辺形ビーム620、621によって描画を行なう例である。また、図7の(b)は、台形72の斜辺部の輪郭部分を切り出し、輪郭部分については平行四辺形ビーム630、631によって描画を行なった例である。このようにすることによって外郭部分のびょうが精度が向上する。

【0024】

一方、斜辺の内側部分については、図8の(d)～(f)のように、三角ビーム632、633と四角形ビーム634、635を用いて描画を行なう。このような方法で描画を行なうことによって、平行四辺形630と三角形632、四角形(矩形)634の接続部分において多少精度が悪くても、図形の端辺ではないため、従来方法のようにアンダー露光、オーバー露光による精度の劣化は発生しない。

【0025】

本発明と比較のために、従来方式による斜辺を含む図形の描画例を以下に示す。

【0026】

図8の(a)～(f)は、従来方式による斜辺を含む図形の描画例を示す図である。図8の(a)～(c)は、高さが小さい(1μm以下)平行四辺形602により描画する場合の一例である。描画するべき平行四辺形601は、(b)または(c)の方法で描画される。(b)は斜辺部分を、0.1μm以下の高さの極細い長方形(矩形)ビーム602を用いて描画する方法である。(c)の方法は、三角ビーム603、604、を用いて描画する。また、図形の寸法によつては、三角ビーム603、604および矩形ビーム605を用いて描画を行なう。図8の(d)～(f)は、台形を描画する場合の一例を示す図である。台形611を描画する場合で、(e)、(f)の2種類の方法がある。(e)の方法は、極めて細い矩形ビーム602を用いて斜辺部分を描画し、斜辺の内側部分は、可変矩形605を用いて描画を行なう。(f)の方法は、斜辺部分について三角

形アーバーチャによる三角ビーム603を用いて描画し、斜辺の内側部分は、可変矩形605を用いて描画を行なう。図8の(b)あるいは(c)の場合はどうしても輪郭部分の精度がでない。また、図8の(e)あるいは(f)も同じである

【0027】

次に輪郭部分の描画精度について図9(a)～(d)により説明する。図9の(b)の方法を拡大して(a)に示したが、下側三角図形801と上側三角図形802の鋭角コーナーAおよびCと、右側四角図形803のコーナーBが一点で接続されるため、それぞれのアーバーチャによって成形されたビームの接続精度を極めて高精度に合わせ込む必要があり、特に微細パターンにおいて、精度を確保することは困難である。この3点(A, B, C)が外郭部分で接続されるために、外郭部の描画精度が悪くなる。また図9の(c), (d)は各々のアーバーチャによる図形の接続精度に問題がある場合の描画結果の一例であり、各図形の接続部分が重なると(c)に示すように、接続点810がオーバードーズ(オーバー露光)になり、斜辺部に突起ができる。また、図形の接続点が離れると(d)のように、接続点820のようにアンダードーズ(アンダー露光)となり、斜辺部分に窪みができるてしまう。図9の(c)、(d)についても問題点は同じである。アンダー露光、オーバー露光が外郭部に現れることが問題になる。

【0028】

図10の(a)、(b)、(c)は、それぞれ本発明による別の実施例である

【0029】

これらの実施例は、斜辺部分は平行四辺形を用いて描画を行ない、内側の図形について三角図形を用いず、矩形を用いているところに特徴がある。図10の(a)は、台形を描画する場合の実施例であり、2種類の平行四辺形901、902を用いて斜辺部分を描画し、内側については、長方形(矩形)905を用いて描画する。図9の(b)は、二等辺三角形を描画する場合の実施例であり、可変高さの平行四辺形901、902、903、904で斜辺を描画し、内側を矩形905で描画する。そして、三角形の頂点部分については、細かい矩形906を

用いて描画する。また、図9の(c)は、平行四辺形の描画方法の一例であり、平行四辺形ビーム911と矩形ビーム607とを用いて描画する。このように描画することによって輪郭部分の描画精度をあげることができる。

【0030】

図11は、図10の描画方法について補足説明を行なう図である。平行四辺形901と四角形(矩形)905との接続部分において、A点は離れている(隙間が生じている)状態となっており、B点は重なっている状態となっている。通常このような状態においては、アンダー露光、オーバー露光となり精度不良となる。しかし、アンダー露光部分(A点)については、ビーム形状901、905の大きさを最適に選ぶことによって、電子ビーム露光における近接効果などの影響によって、A点は実際の描画位置951、955より大きく露光(950)され、隙間は殆どなくなる。また、B点については、実際の描画位置961、965が重なりオーバー露光となり、960に示すように多少突起部分が生じる。しかし、このようなアンダー露光部分、オーバー露光部分は、描画图形の内側部分であるため、輪郭描画精度の劣化にはつながらない。特に、本発明方式のように、輪郭部分を切り出して描画する方法においては、輪郭の内側における上記現象は、全く問題にならない。

【0031】

図10、図11に示す描画方法を用いることによって、斜辺部分を従来のように極めて細い長方形を用いることなく描画できるため、スループットが向上する。さらに、三角ビームを使用する必要もなくなるため、アパーチャが簡単になるなどの利点もある。

【0032】

【発明の効果】

本発明によれば、微細な斜めパターンを、斜め平行四辺形アパーチャと三角アパーチャを用いて描画するため、スループットを低下させることなく、図形の外郭部に対して高精度に描画することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による平行四辺形アーチャによるビーム成形の一例を示す図である。

【図2】

可変平行四辺形ビームの生成方法を示す図である。

【図3】

平行四辺形アーチャの実施例を示す図である。

【図4】

可変三角ビームを成形するための三角アーチャを示す図である。

【図5】

本発明の制御装置の構成を示す図である。

【図6】

図形形状と図形コードの一例を示す図である。

【図7】

本発明の並行四辺形アーチャを用いた図形描画の一実施例を示す図である。

【図8】

本発明と比較する従来方式による斜辺を含む図形の描画例を示す図である。

【図9】

描画不良の一例を示す図である。

【図10】

本発明による描画方法の別の実施例を示す図である。

【図11】

本発明描画方法の補足説明図である。

【図12】

従来の矩形アーチャによる描画方法を示す図である。

【図13】

従来の矩形ビーム方式における問題点を説明する図である。

【符号の説明】

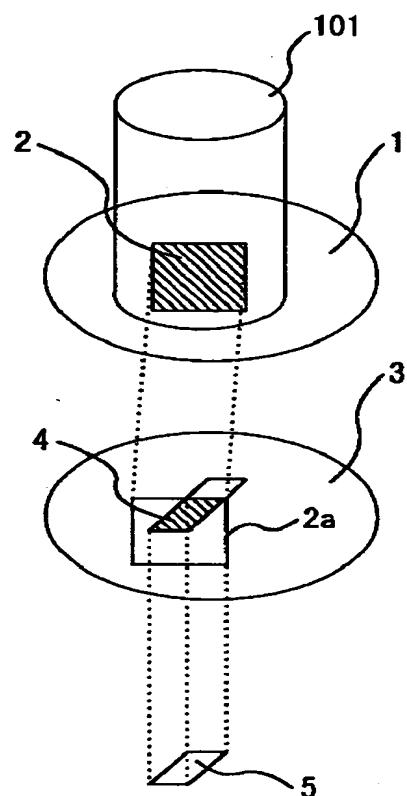
1…第1アーチャ、 2、 40…矩形開口、 3…第2アーチャ、 4、
41、 42、 43…平行四辺形開口、 5…平行四辺形ビーム、 101…電子ビーム、 45、 46、 47、 48…平行四辺形アーチャ 401～40

4 … 三角開口アーチャ、 501 … コントローラ、 502 … 描画パターン
データ発生回路、 503 … 斜辺分解回路、 504 … アーチャ番号発生回
路、 505 … アーチャ制御回路、 506 … 描画制御回路、 507 … 偏
向制御回路、 508 … ステージ制御回路、 510 … 電子ビーム描画装置本体
、 530 … 偏向器、 540 … ウエハ、 550 … ステージ、 562 … 図形
コード、 560 … アーチャ、 561 … アーチャ選択信号、 601 … 平行
四辺形、 602、 605 … 矩形ビーム、 603、 604 … 三角ビーム 62
0、 621、 630、 631 … 平行四辺形ビーム、 632、 633 … 三角ビー
ム 634、 635 … 矩形ビーム、 901～904、 911 … 平行四辺形ビー
ム、 905～907 … 矩形ビーム、 103 … 第1アーチャ、 104 … 第2
アーチャ、 120 … 偏向器、 701 … 三角形パターン、 702 … 長方形
(矩形) ビーム、 711 … 第1アーチャ、 712 … 第2アーチャ、 7
13 … 長方形ビーム、 714 … 斜辺部描画事例。

【書類名】 図面

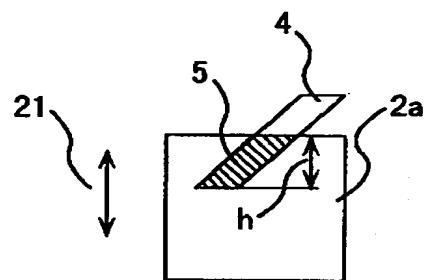
【図1】

図 1



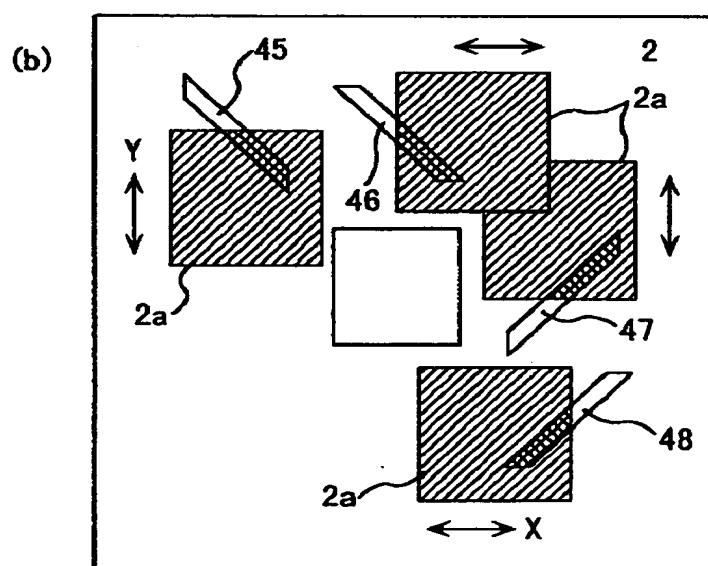
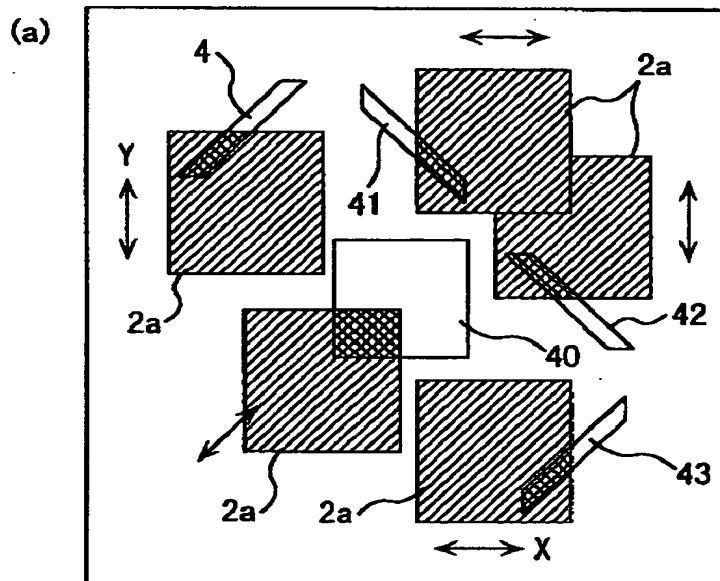
【図2】

図 2



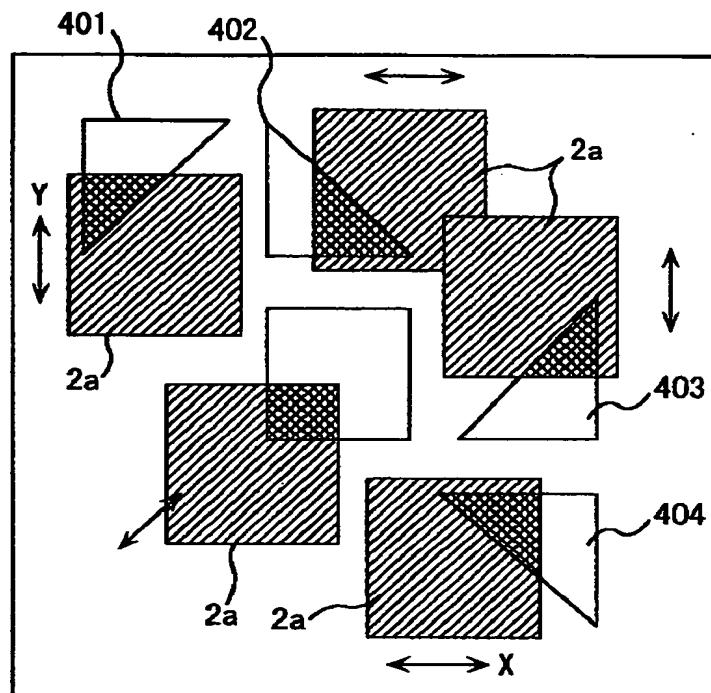
【図3】

図 3



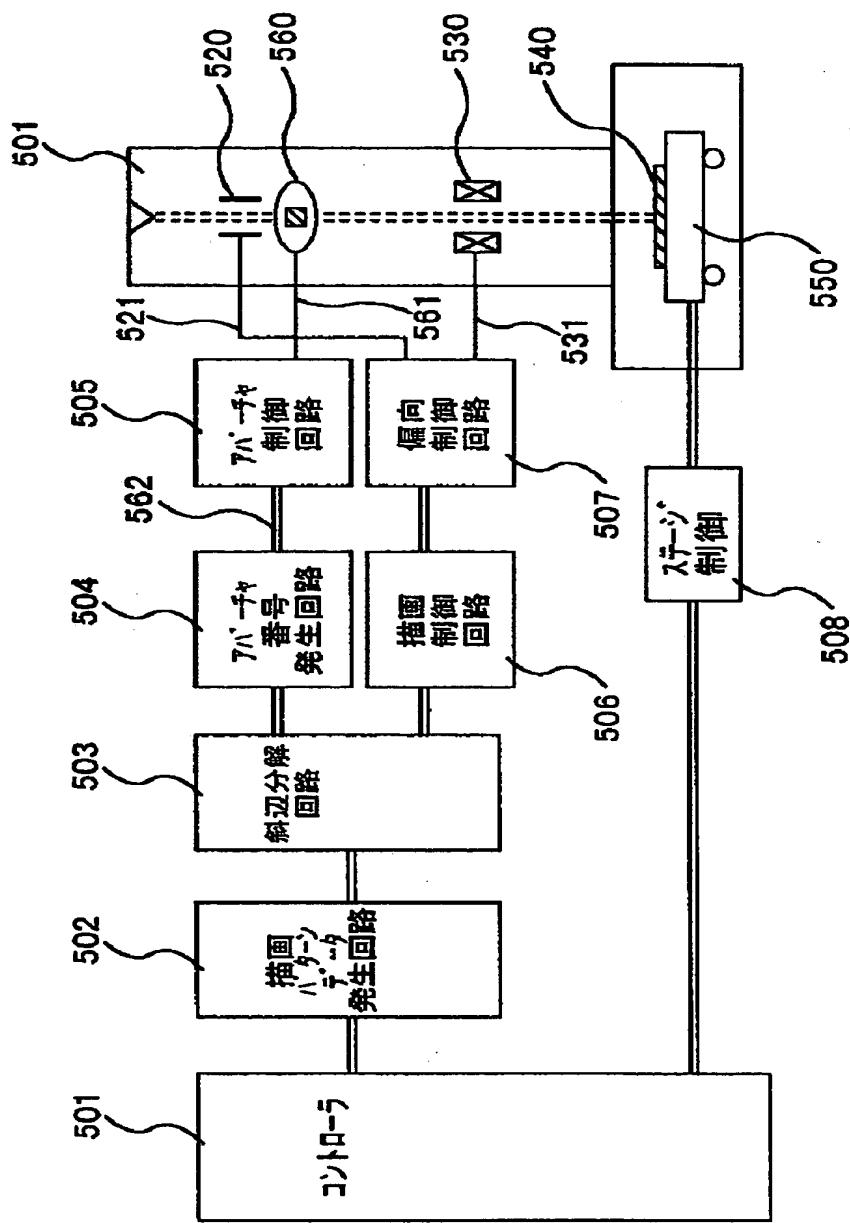
【図4】

図 4



【図5】

図 5



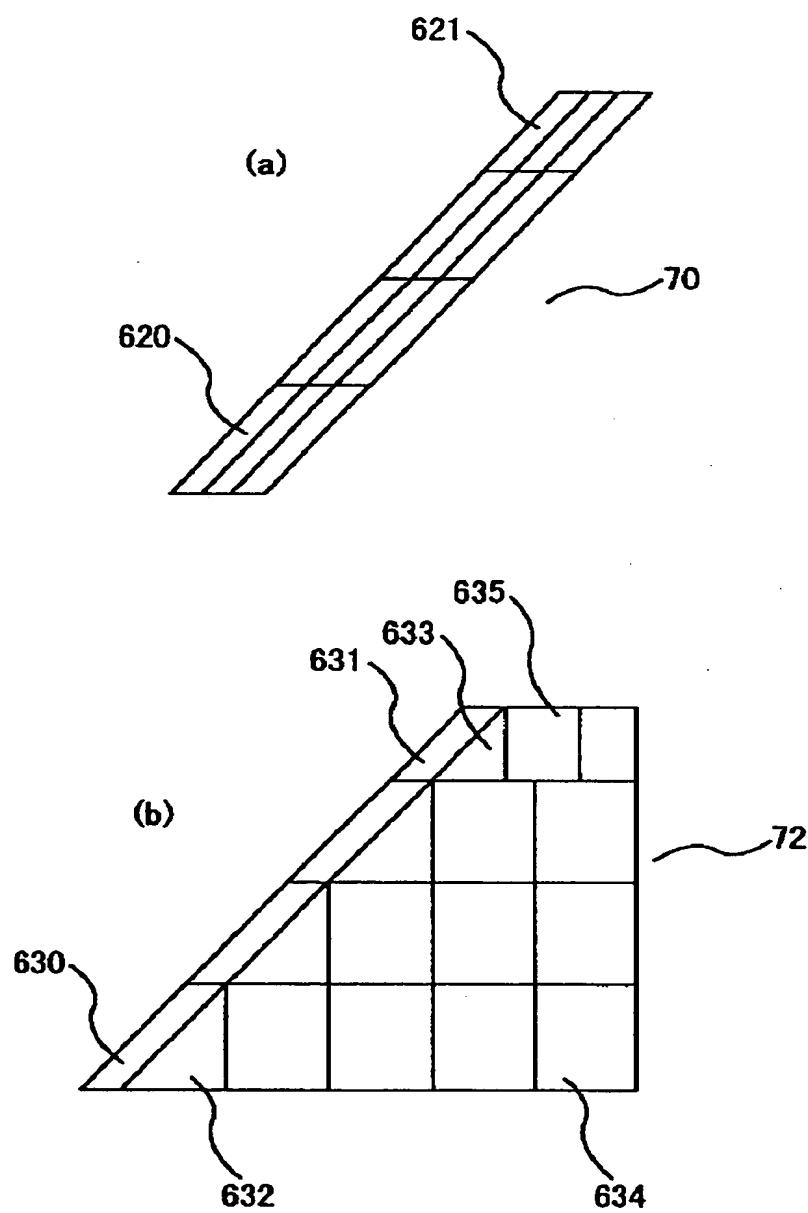
【図6】

図 6

図形	図形コード	図形	図形コード
矩形	A-0		
並行四辺形 ₁	B-1	三角 ₁	C-1
並行四辺形 ₂	B-2	三角 ₂	C-2
並行四辺形 ₃	B-3	三角 ₃	C-3
並行四辺形 ₄	B-4	三角 ₄	C-4

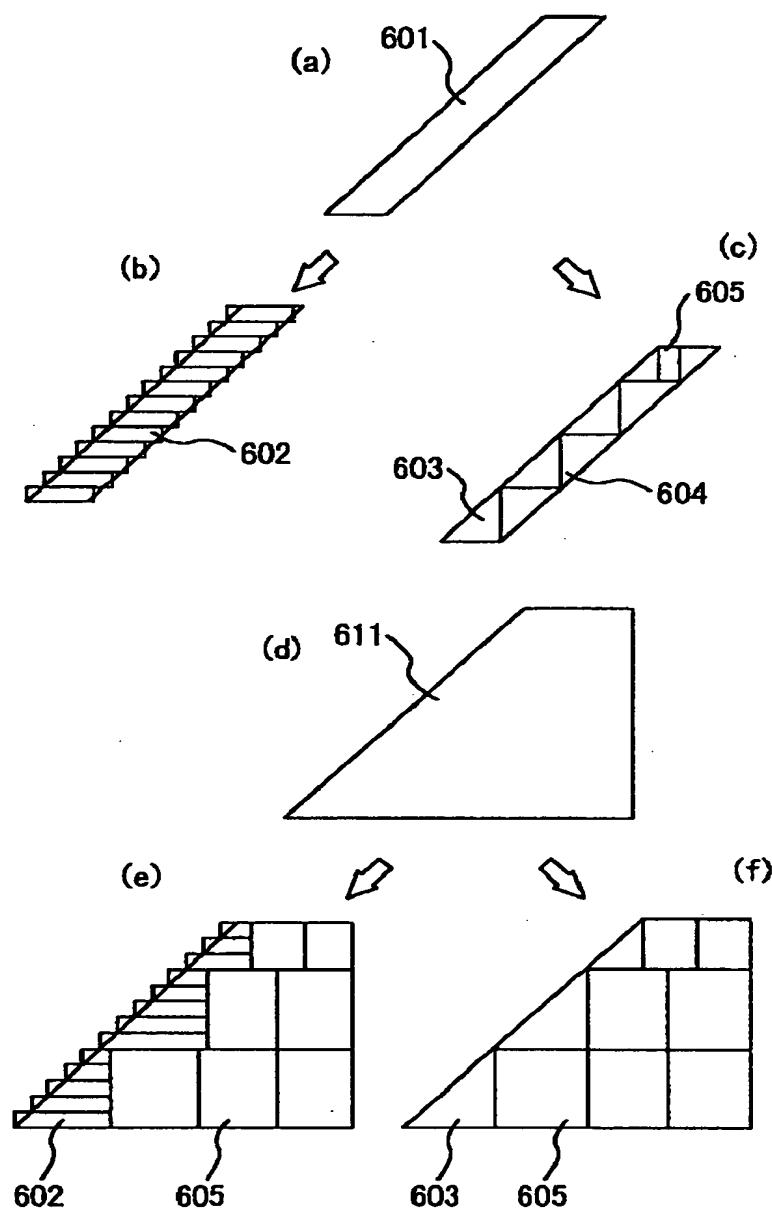
【図7】

図 7



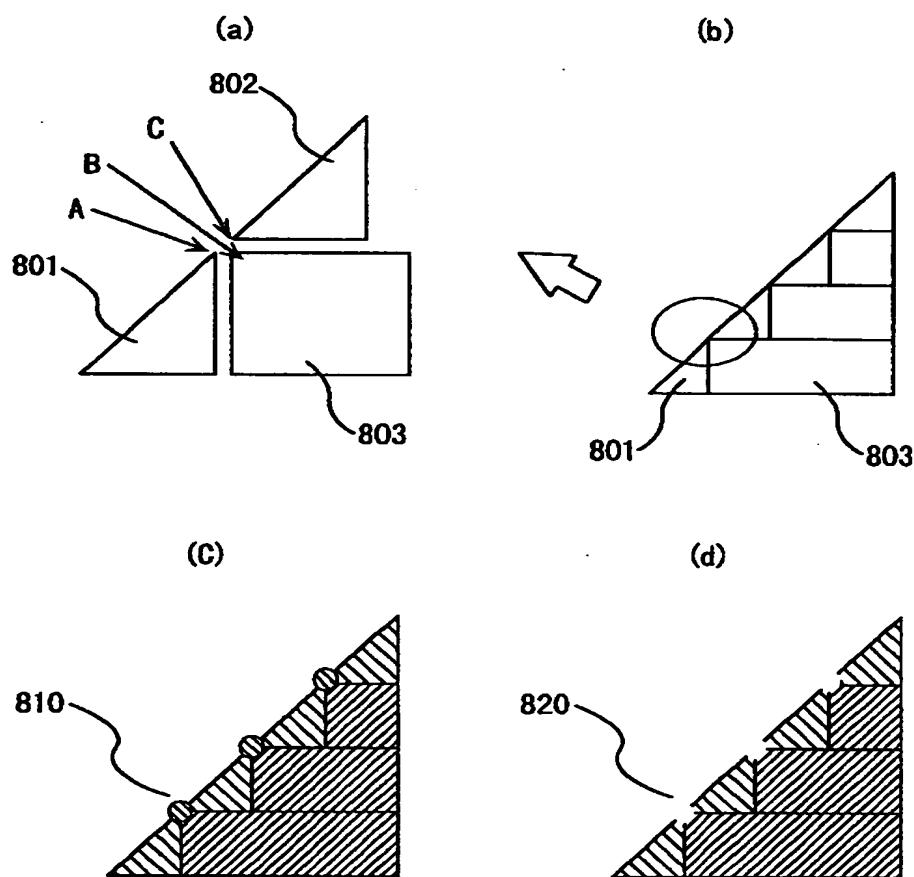
【図8】

図 8



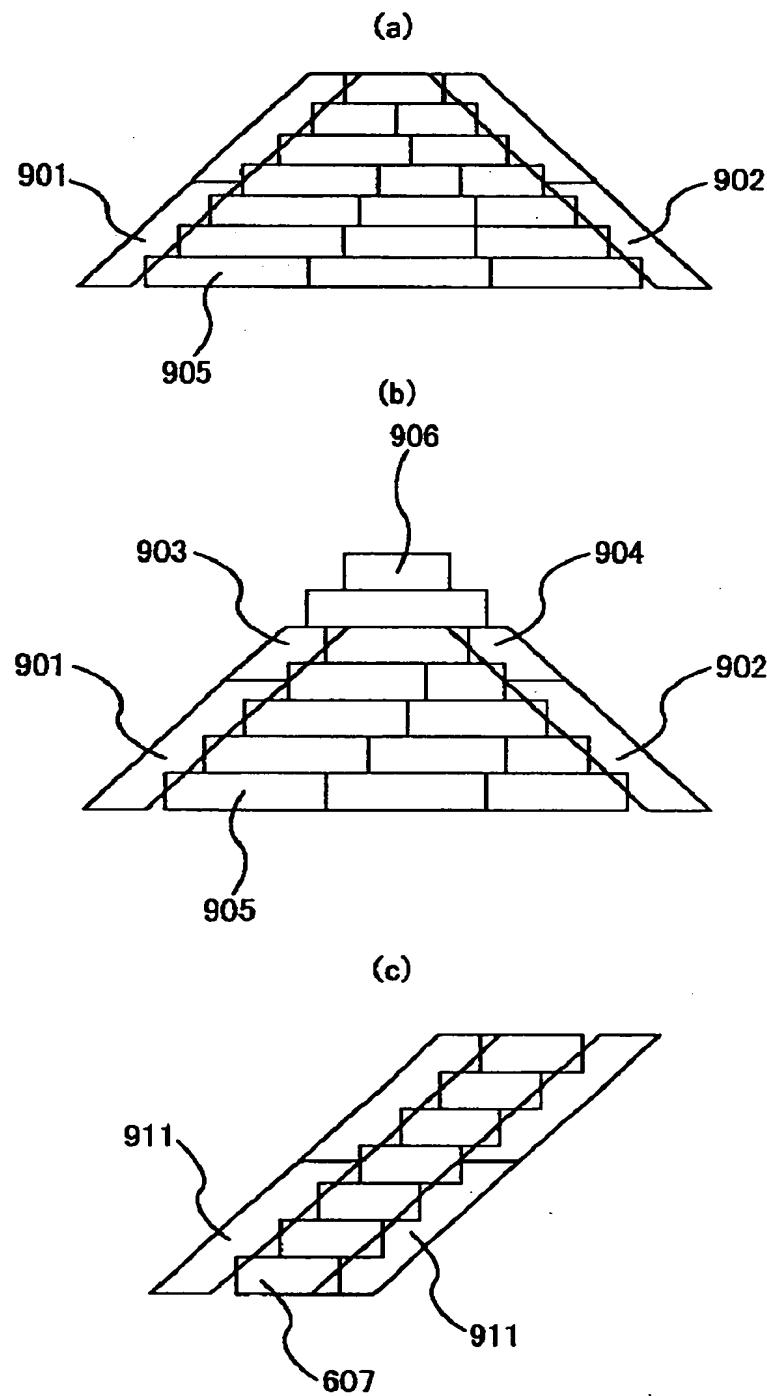
【図9】

図 9



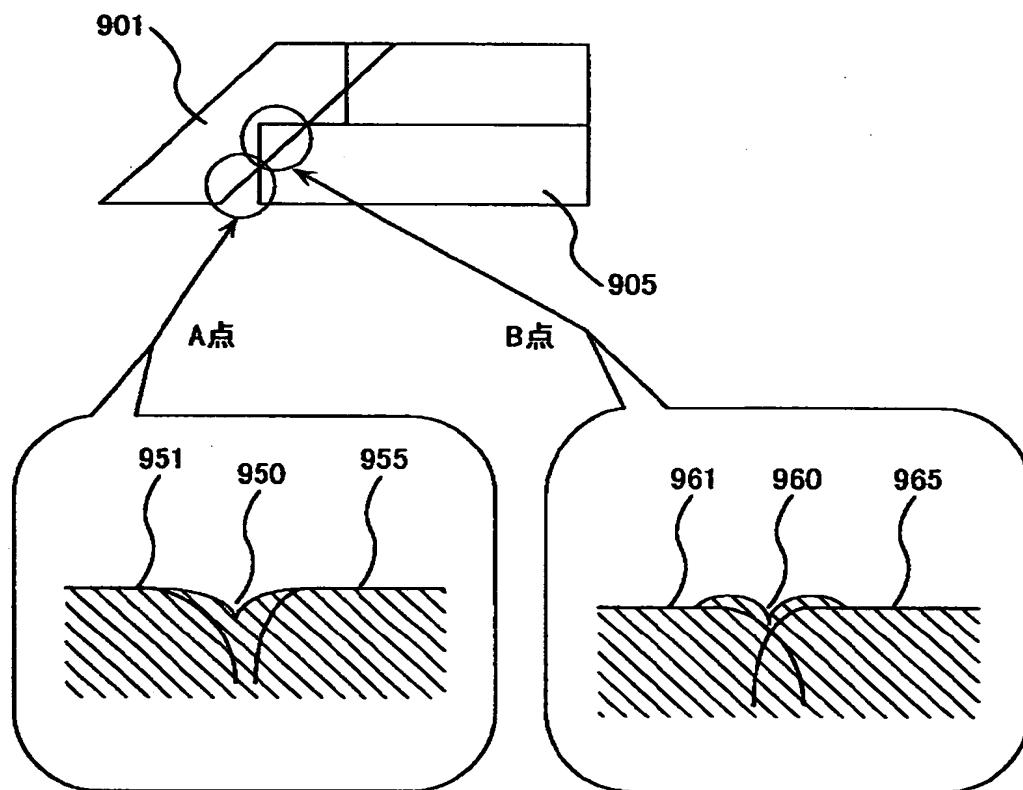
【図10】

図 10



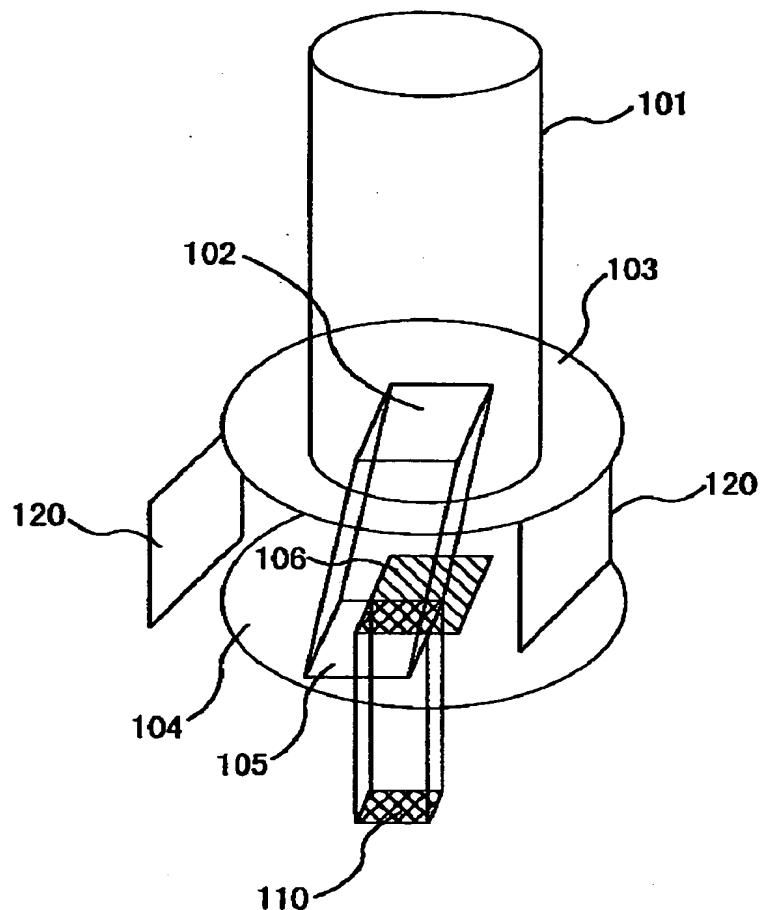
【図11】

図 11



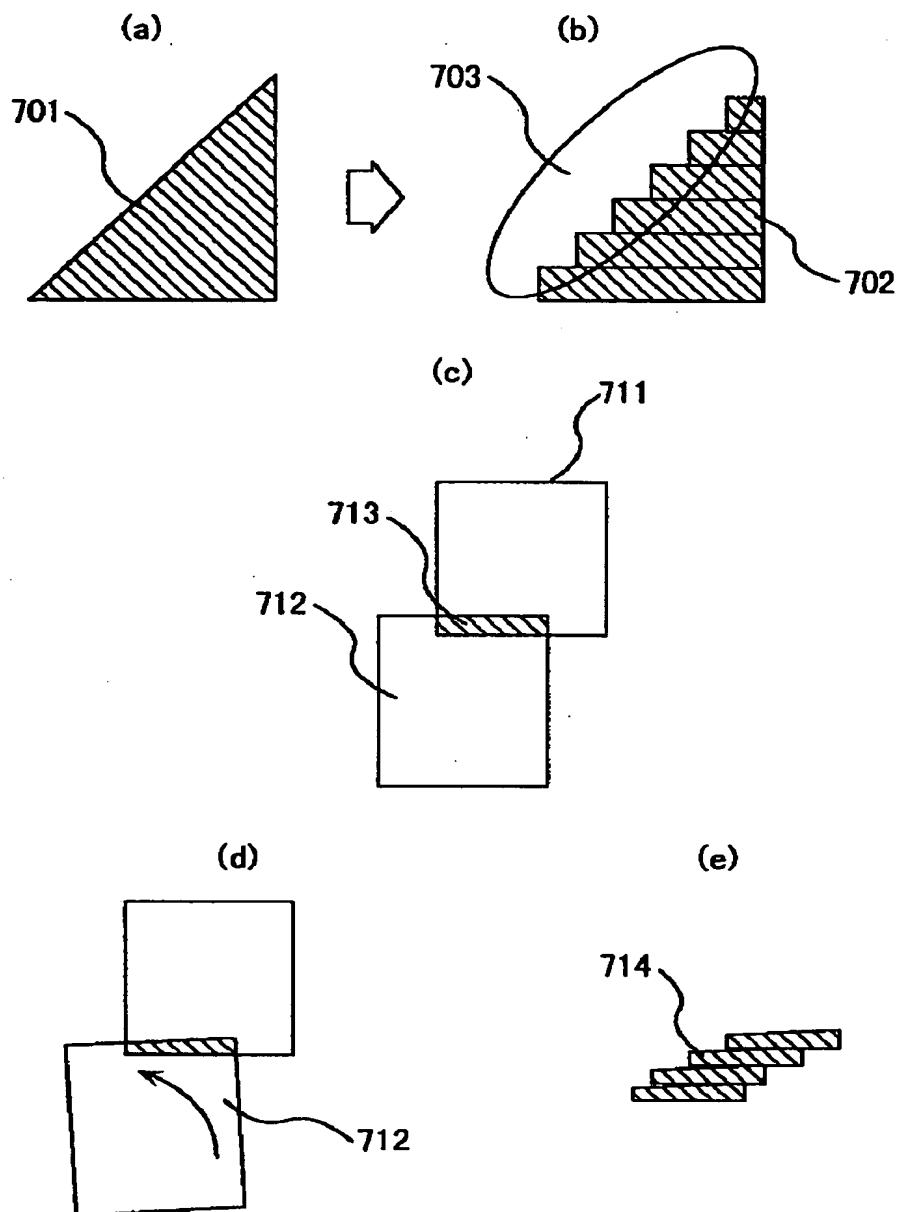
【図12】

図 12



【図13】

図 13



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 斜め図形パターンの描画において、細長い矩形ビームを用いて斜め図形を描画する場合に、斜辺部分にエッジラフネスが生じ、描画精度を劣化させるという問題がある。本発明はこれを解決し、斜め図形であっても高精度に描画できる電子ビーム描画装置および方法を提供することにある。

【解決手段】 矩形の第1のアーチャと、平行四辺形の第2のアーチャとを設け、2つのアーチャによって成形された可変平行四辺形形状の電子ビームを用いて試料面上に所望のパターンを描画する。また、斜辺部輪郭分解手段を設け、斜辺部分は可変平行四辺形で描画し、斜辺の内側部分は三角形と四角形（矩形）とを用いて描画することに特徴がある。

【選択図】 図5

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所